

Další nápady z Malé Hraštic 3: co lze měřit na člověku

LEOŠ DVOŘÁK

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK Praha

Abstrakt

Některé partie fyziky lze učinit atraktivnější tak, že objektem, jehož vlastnosti měříme, je člověk. Několik námětů, které jsme vyzkoušeli na letošním jarním soustředění budoucích i stávajících učitelů fyziky na Malé Hraštic, snad může zaujmout i účastníky Veletrhu nápadů a jejich žáky. Týkají se citlivosti našich smyslů, rychlosti reakční doby, síly, kterou vyvineme, i toho, zda naše výška se různí ve stoje a vleže.

Úvod

Jarní soustředění pro učitele fyziky na Malé Hraštic bylo již inspirací pro některé příspěvky v minulých ročnících Veletrhu nápadů, viz např. [1]. V roce 2013 se „miniprojekty“ na tomto soustředění věnovaly tématu *Fyzika a člověk*. Záměrem nebylo diskutovat o filosofických souvislostech fyziky, ale vyzkoušet, co by se na člověku dalo měřit či jak jinak využít člověka, tedy naše vlastní tělo, v jednoduchých pokusech.

K čemu mohou být podobné pokusy ve výuce? Snad každý učitel fyziky má zkušenost, že týká-li se pokus samotných žáků, vzroste jejich zájem a hodina je živější a bližší realitě, než když se věci demonstrují jen na pomůckách z fyzikálního kabinetu. To bylo již v minulosti zdůrazněno např. v příspěvku [2] v jednom z dřívějších ročníků Veletrhů.

Námětů, co měřit, lze samozřejmě vytipovat celou řadu (viz např. [3]). Může jít například o měření rozměrů, rychlosti reakce, síly svalů, citlivosti smyslů a další. Níže je uvedeno několik pokusů a měření, které autor s dalšími účastníky na letošním soustředění vyzkoušel. Berte je jako inspirace pro pokusy ve vašich třídách, v rámci různých projektů či při jiných příležitostech.

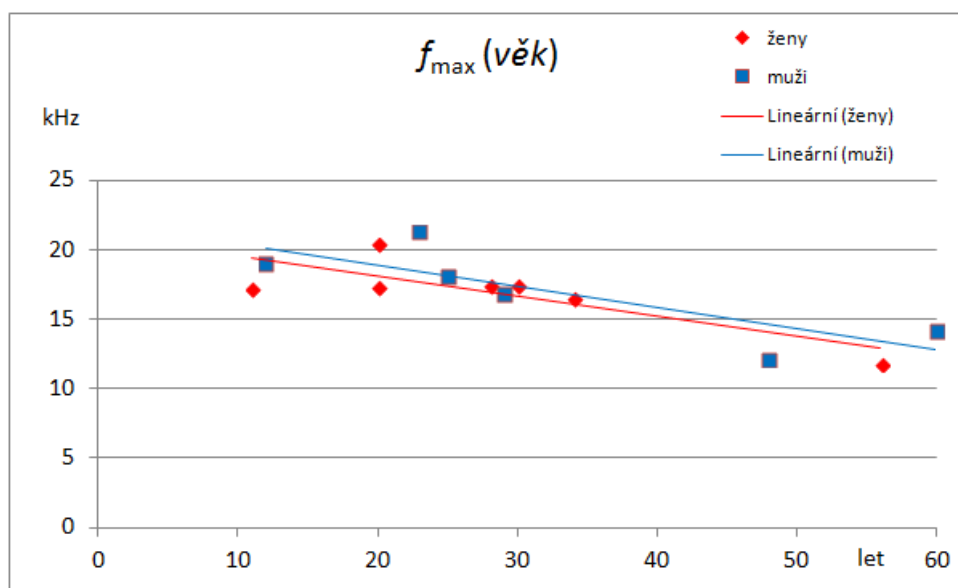
Do jak vysokých frekvencí slyšíme?

Zeptáme-li se žáků, do jak vysokých frekvencí člověk slyší, můžeme dostat „učebnicovou“ odpověď, že do 20 kHz. Je tomu opravdu tak? Zajímavým malým projektem může být zjišťování, jak se tato hranice u různých lidí liší a na čem závisí.

Je asi rozumné zdůraznit žákům, že daná hranice není ostrá – rozhodně neznamena, že zvuk o frekvenci 19 990 Hz slyšíme všichni a 20 010 Hz už nikdo. Citlivost sluchu se zvyšující se frekvencí klesá. (Takže to, zda zvuk o dané frekvenci slyšíme, závisí i na hlasitosti zvuku.) Navíc je zajímavou zkušeností, že na hranici frekvencí, do nichž slyšíme, máme často potíž určit, zda daný zvuk zní nebo ne. Občas může hrát roli i sugesce, někdy se podaří přesvědčit část třídy, že zvuk ještě slyší, i když žádný ve skutečnosti nezní.

Zjišťování, do jak vysokých frekvencí slyšíme, se dá s dobrými reproduktory provádět v celé třídě či posluchárně, my jsme na Hrašticí zkoušeli individuální měření. Stačí k tomu dobrá sluchátka, notebook a vhodný software, např. známý program *SoundcardScope*. Měření jsme prováděli zvlášť pro levé a pravé ucho.

Samozřejmě, všechna podobná měření je třeba považovat jen za orientační. Přesto mohou dávat zajímavé výsledky. Obrázek 1 ukazuje závislost nejvyšší slyšené frekvence (maxima z levého a pravého ucha) na věku zkoumaných osob. Potvrzuje známou skutečnost, že hranice, do níž slyšíme vysoké frekvence, s věkem klesá. V našem případě byl průměrný pokles asi 150 Hz za rok. Měření neukázalo žádný výrazný rozdíl mezi muži a ženami. Zajímavé jsou dvě hodnoty ukazující, že někteří lidé slyší frekvence vyšší než 20 kHz. V našem případě bylo maximum asi 21,3 kHz.



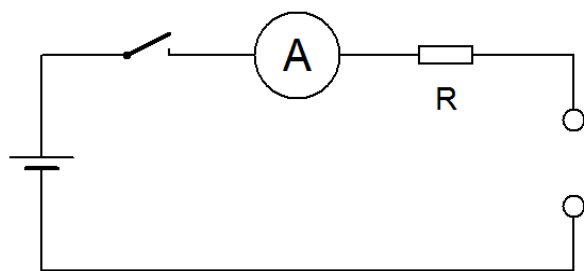
Obr. 1 - Závislost nejvyšší slyšené frekvence na věku (výsledky skutečných měření na skupině 13 osob)

Měření také ukázalo, že horní hranice slyšitelných frekvencí je pro každé ucho různá, rozdíly byly až 2 kHz. Většina námi zkoumaných osob slyšela vyšší frekvence lépe levým uchem – bylo by zajímavé zjistit, zda toto nějak souvisí s praváctvím a leváctvím; pro tyto závěry byla naše skupina měřených osob příliš malá.

Jak slabý elektrický proud poznáme na jazyku?

Zda plochá baterie je či není vybitá, můžeme poznat tak, že jazykem spojíme její póly, to je známá skutečnost. Jak slabý proud však můžeme na jazyku cítit?

Opět jde o jednoduché měření, k němuž postačí plochá baterie, několik rezistorů, kterými můžeme měnit velikost proudu, a případně ampérmetr (multimetr) pro měření protékajícího proudu. A tři kablíky, nejlépe s malými krokodýlky na koncích. Aby bylo měření hygienické, potřebujeme ještě dostatečně čisté elektrody, jimiž se budeme dotýkat jazyka. Hodí se například malé (nezrezivělé) kovové připínáčky. Možné zapojení ukazuje obr. 2.

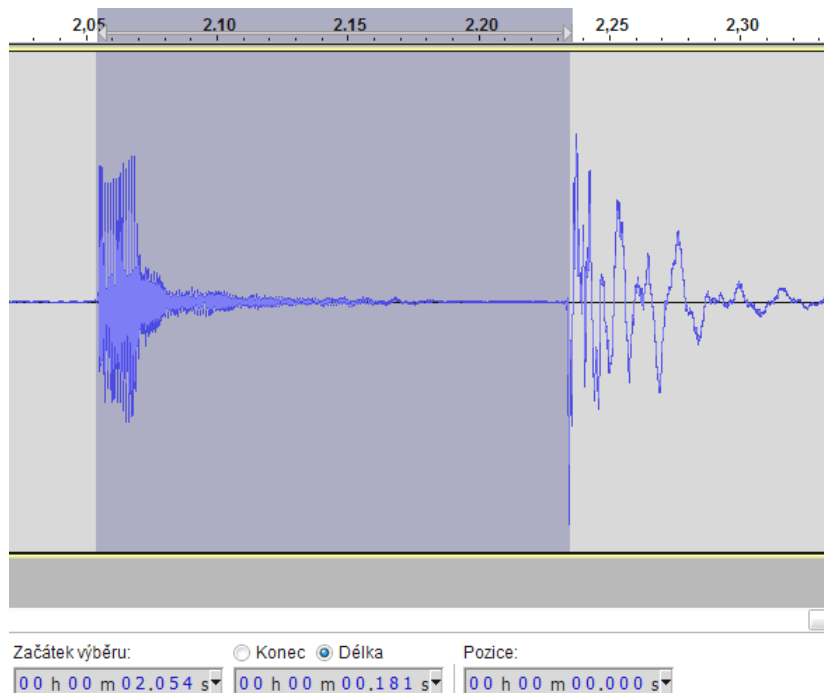


Obr. 2 - Měření citlivosti jazyka na procházející proud.

Zkuste si to! Zjistíte, že na jazyku máme citlivější a méně citlivá místa a že jsme schopni detekovat proud zlomků mA. (V případě autora zhruba od proudů řádu desítek μA – možná budete v detekci malých proudů mnohem úspěšnější.)

Rychlost reakce na sluchový podnět

Rychlost reakce lze měřit řadou jednoduchých i složitějších způsobů. Velmi jednoduše lze demonstrovat rychlost reakce na sluchový podnět. Instruuje zkoumanou osobu, aby klepla prstem na desku stolu, jakmile uslyší klepnutí. Stoupněte si za ní, aby vás neviděla a sami klepněte. Jasně lze registrovat prodlevu mezi dvěma klepnutími. (Je zhruba 0,2 s, záleží právě na rychlosti reakce zkoumané osoby.) Nahrajeme-li zvuk například pomocí programu Audacity, můžeme rychlost reakce změřit. Audacity může dokonce i vygenerovat zvukový signál, na nějž zkoumaná osoba reaguje, viz obr. 3.



Obr. 3 - Měření rychlosti reakce na sluchový podnět.

Zajímavou modifikací je požádat zkoumanou osobu, aby na signál neklepala prstem, ale přešlápla pravou nohou a klepla botou do podlahy – podobně, jako když v autě při řízení auta přesouváme pravou nohu z plynu na brzdu. Delší doba reakce oproti klepnutí prstem je dostatečně ilustrativní a možné uplatnění v navazujících diskusích s žáky, kolik auto za danou dobu při jaké rychlosti ujede, už zde není nutno zdůrazňovat.

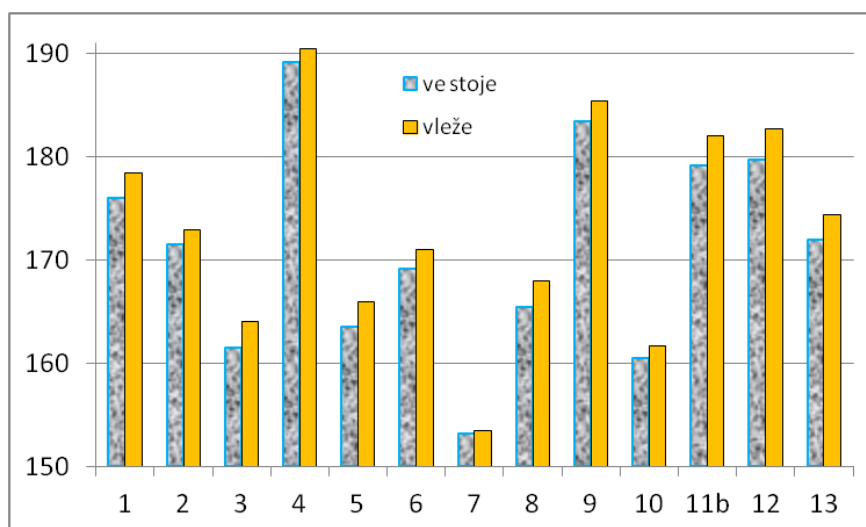
Jsme vleže delší než ve stoje?

Většina z nás se už asi setkala s tvrzením, že vleže je člověk o něco delší, než ve stoje. (Tuto informaci lze též nalézt na webu, např. na [4], kde se uvádí, že vleže je délka větší o 1 až 2 cm než ve stoje.) Ověření této skutečnosti může být námětem na malý projekt, při němž žáci přirozeně mohou řešit, jaké mohou být zdroje chyb při měření, jak je omezit, apod.

K měření stačí dvě rovná prkénka (laťky), dva svinovací metry a několik pomocníků. Ti měří metrem výšku od země po spodní stranu laťky, která se měřenému člověku opírá o hlavu. Podobně je tomu při měření vleže, jak to ukazuje obr. 4.



Obr. 4 - Měření délky člověka ve stoje a vleže

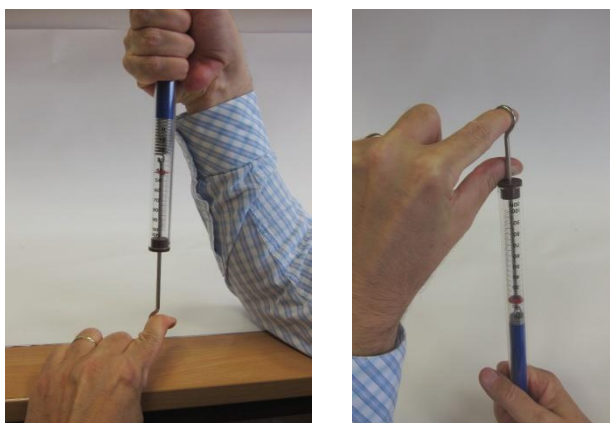


Obr. 5 - Porovnání délek lidí změřených ve stoje a vleže.

Jak měření uspořádat, abychom minimalizovali chyby, již necháme na čtenářích. Měření na soustředění potvrdilo, že délka člověka vleže je až o 2 cm větší než výška ve stoje, viz obr. 5. (Je to ale měření vhodné spíše pro projekt než pro rychlou demonstraci, kde snadno dojde k chybě, jak ukázalo právě vystoupení na Veletrhu nápadů.)

Síla našich prstů – a malá poznámka o krokodýlech

Jakou silou k sobě dokážeme tisknout palce a ukazováček? Nebo palec a malíček, či jiný prst? To můžeme měřit např. sondou ze sady Vernier, nebo obyčejným školním siloměrem s rozsahem 100 N, viz obr. 6.



Obr. 6 - Měření síly prstů školním siloměrem.

Síla, kterou svíráme prsty, je několikanásobně větší než síla, kterou je rozvíráme. Podobně, a ještě výrazněji je tomu prý u krokodýla, který má v čelistech ohromnou sílu při stisku, ale mnohem menší při rozevírání, takže mu údajně lze udržet tlamu zavřenou holýma rukama. (Ptejte se případně kolegů biologů, jak to je.) Takže při výše uvedeném pokusu naše prsty vlastně modelují tlamu krokodýla.

Závěr

Hodně štěstí při těchto i podobných pokusech zapojujících do fyziky člověka!

Literatura

- [1] Dvořák L.: Další nápady z Malé Hraštic 2: „špagetová fyzika“. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 17. Ed. Z. Drozd, Praha 2012. s. 69-73. Dostupné online na <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/17-09-Dvorak.html> [cit. 13. 9. 2013].
- [2] Trna J., Trnová E.: Měříme lidské tělo. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 10. Ed. L. Dvořák, Praha 2010. s. 23-32. Dostupné online na <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/10-03-Trna.html> [cit. 13. 9. 2013].
- [3] Dvořák L.: Náměty na „miniprojekty“ pro Hraštic 2013. Dostupné online na <http://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/2013/TemataHrastice2013.pdf> [cit. 13. 9. 2013].
- [4] Tělesná výška. Dostupné online na <http://www.ojrech.cz/lesny/kompendium/height.htm> [cit. 13. 9. 2013].